

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re application of : THE COMMISSIONER IS AUTHORIZED  
Natsuki MAKINO et al. : TO CHARGE ANY DEFICIENCY IN THE  
Serial No. NEW : FEES FOR THIS PAPER TO DEPOSIT  
Filed December 1, 2003 : ACCOUNT NO. 23-0975  
: **Attn: APPLICATION BRANCH**  
: Attorney Docket No. 2003\_1739A

ELECTROLYTIC PROCESSING APPARATUS  
AND METHOD

---

**CLAIM OF PRIORITY UNDER 35 USC 119**

Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

Applicants in the above-entitled application hereby claim the date of priority under the International Convention of Japanese Patent Application No. 2002-350529, filed December 2, 2002, as acknowledged in the Declaration of this application.

A certified copy of said Japanese Patent Application is submitted herewith.

Respectfully submitted,

Natsuki MAKINO et al.

By Thomas D. Robbins  
Thomas D. Robbins  
Registration No. 43,369 *for*  
Michael S. Huppert  
Registration No. 40,268  
Attorney for Applicants

TDR/kjf  
Washington, D.C. 20006-1021  
Telephone (202) 721-8200  
Facsimile (202) 721-8250  
December 1, 2003

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日  
Date of Application: 2002年12月 2日

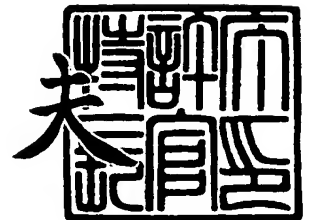
出願番号  
Application Number: 特願2002-350529  
[ST. 10/C]: [JP2002-350529]

出願人  
Applicant(s): 株式会社荏原製作所

2003年11月 7日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今井 康夫



出証番号 出証特2003-3092357

**【書類名】** 特許願

**【整理番号】** EB2985P

**【提出日】** 平成14年12月 2日

**【あて先】** 特許庁長官殿

**【国際特許分類】** C23C 18/00

**【発明者】**

**【住所又は居所】** 東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 号 株式会社 荏原製作  
所内

**【氏名】** 牧野 夏木

**【発明者】**

**【住所又は居所】** 東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 号 株式会社 荏原製作  
所内

**【氏名】** 國澤 淳次

**【特許出願人】**

**【識別番号】** 000000239

**【氏名又は名称】** 株式会社 荏原製作所

**【代表者】** 依田 正稔

**【代理人】**

**【識別番号】** 100091498

**【弁理士】**

**【氏名又は名称】** 渡邊 勇

**【選任した代理人】**

**【識別番号】** 100092406

**【弁理士】**

**【氏名又は名称】** 堀田 信太郎

**【選任した代理人】**

**【識別番号】** 100093942

**【弁理士】**

**【氏名又は名称】** 小杉 良二

【選任した代理人】

【識別番号】 100109896

【弁理士】

【氏名又は名称】 森 友宏

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 026996

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9112447

【包括委任状番号】 0018636

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 電解処理装置及びその方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 基板を保持する基板保持部と、  
基板と接触して基板の被めっき面に通電させる第 1 の電極と、  
前記基板保持部に対向して順に配置された第 2 の電極及び高抵抗構造体と、前記基板保持部で保持した基板の被めっき面に対峙する位置に配置された研磨面とを有する電極ヘッドと、  
前記基板保持部で保持した基板の被めっき面と前記第 2 の電極との間に電解液を注入する電解液注入手段と、  
前記基板保持部と前記電極ヘッドとを相対移動させる相対移動機構と、  
前記電極ヘッドの研磨面を前記基板保持部で保持した基板に向けて押付ける押圧機構と、  
前記第 1 の電極と前記第 2 の電極との間に電流の方向を逆にした電圧を印加するめっき電源を有することを特徴とする電解処理装置。

【請求項 2】 前記研磨面は、前記高抵抗構造体の基板対向面に取り付けた研磨パッドの露出表面に設けられていることを特徴とする請求項 1 記載の電解処理装置。

【請求項 3】 前記研磨面は、サポートで支持された研磨パッドの露出表面に設けられていることを特徴とする請求項 1 記載の電解処理装置。

【請求項 4】 前記研磨パッドは、柔軟性を有し、耐久性のある織布、不織布、樹脂、または樹脂発泡体からなることを特徴とする請求項 2 または 3 記載の電解処理装置。

【請求項 5】 前記研磨面は、前記高抵抗構造体の一部または全部に改質または表面処理を施すことによって、前記高抵抗構造体の下面に設けられていることを特徴とする請求項 1 記載の電解処理装置。

【請求項 6】 前記押圧機構は、ばね要素の付勢力を介して、基板の被めっき面に押圧力を調整できるように構成されていることを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載の電解処理装置。

【請求項 7】 被めっき面を上方に向けて基板を保持する基板保持部と、  
基板と接触して基板の被めっき面に通電させる第 1 の電極と、

前記基板保持部の上方に上下に配置された第 2 の電極及び高抵抗構造体と、前記基板保持部で保持した基板の被めっき面に対峙する位置に配置された研磨面とを有する電極ヘッドと、

前記基板保持部で保持した基板の被めっき面と前記第 2 の電極との間に電解液を注入する電解液注入手段と、

前記基板保持部と前記電極ヘッドとを相対移動させる相対移動機構と、

前記電極ヘッドの研磨面を前記基板保持部で保持した基板に向けて押付ける押圧機構と、

前記第 1 の電極と前記第 2 の電極との間に電流の方向を逆にした電圧を印加するめっき電源を有することを特徴とする電解処理装置。

【請求項 8】 第 1 の電極に接触させて基板を保持し、この基板に対向して高抵抗構造体と第 2 の電極とを順に配置し、前記第 1 の電極と前記第 2 の電極との間に電解液を満たしつつ電圧を印加して電解処理を行うに際し、

前記第 1 の電極をカソード、第 2 の電極をアノードとし、基板の被めっき面の上方あるいは下方に隙間を設けて電解めっきを行う工程及び、

前記第 1 の電極をアノード、第 2 の電極をカソードとし、基板の被めっき面を研磨面で擦り付けながら電解エッチングを行う工程を有することを特徴とする電解処理方法。

【請求項 9】 基板と研磨面を相対移動させつつ電解処理を行うことを特徴とする請求項 8 記載の電解処理方法。

#### 【発明の詳細な説明】

#### 【0001】

#### 【発明の属する技術分野】

本発明は、電解処理装置及びその方法に係り、特に半導体基板に形成された微細配線パターン（窪み）に銅（Cu）等の金属を埋込んで配線を形成するのに使用される電解処理装置及びその方法に関する。

#### 【0002】

**【従来の技術】**

近年、半導体基板上に配線回路を形成するための金属材料として、アルミニウムまたはアルミニウム合金に代えて、電気抵抗率が低くエレクトロマイグレーション耐性が高い銅（Cu）を用いる動きが顕著になっている。この種の銅配線は、基板の表面に設けた微細凹みの内部に銅を埋込むことによって一般に形成される。この銅配線を形成する方法としては、CVD、スパッタリング及びめっきといった手法があるが、いずれにしても、基板のほぼ全表面に銅を成膜し、化学的機械的研磨（CMP）により不要の銅を除去するようにしている。

**【0003】**

図16は、この種の銅配線基板Wの製造例を工程順に示すもので、先ず、図16（a）に示すように、半導体素子を形成した半導体基材1上の導電層1aの上にSiO<sub>2</sub>からなる酸化膜2を堆積し、リソグラフィ・エッチング技術によりコンタクトホール3と配線用の溝4を形成し、その上にTa<sub>2</sub>N<sub>5</sub>等からなるバリア層5、更にその上に電解めっきの給電層としてシード層7を形成する。

**【0004】**

そして、図16（b）に示すように、基板Wの表面に銅めっきを施すことで、半導体基材1のコンタクトホール3及び溝4内に銅を充填するとともに、酸化膜2上に銅膜6を堆積する。その後、化学的機械的研磨（CMP）により、酸化膜2上の銅膜6及びバリア層5を除去して、コンタクトホール3及び配線用の溝4に充填させた銅膜6の表面と酸化膜2の表面とをほぼ同一平面にする。これにより、図16（c）に示すように銅膜6からなる配線が形成される。

**【0005】****【発明が解決しようとする課題】**

ところで、図17に示すように、例えば、直径d<sub>1</sub>が0.2μm程度の微細穴8と、直径d<sub>2</sub>が100μm程度の大穴9とが混在する基板Wの表面に銅めっきを施して銅膜6を形成すると、めっき液や該めっき液に含有される添加剤の働きを最適化したとしても、微細穴8の上ではめっきの成長が促進されて銅膜6が盛り上がる傾向があり、一方、大穴9の内部ではレベリング性を高めためっきの成長を行うことができないため、結果として、基板W上に堆積した銅膜6には、微

細穴 8 上の盛り上がり高さ  $a$  と、大穴 9 上の凹み深さ  $b$  とをプラスした段差  $a + b$  が残る。このため、微細穴 8 及び大穴 9 の内部に銅を埋込んだ状態で、基板 W の表面を平坦化させるには、銅膜 6 の膜厚を十分に厚くし、しかも CMP で前記段差  $a + b$  分余分に研磨する必要があった。

#### 【0006】

しかし、めっき膜の CMP 工程を考えた時、めっき膜厚を厚くして研磨量を多くすればする程、CMP の加工時間が延びてしまい、これをカバーするために CMP レートを上げれば、CMP 加工時に大穴でのディッシングが生じるといった問題があった。

#### 【0007】

つまり、これらを解決するには、めっき膜厚を極力薄くし、基板表面に微細穴と大穴が混在しても、めっき膜の盛り上がりや凹みを無くして、平坦性を上げる必要があるが、例えば電解硫酸銅浴でめっき処理を行った場合、めっき液や添加剤の作用だけで盛り上がりを減らすことと凹みを減らすことを両立することができないのが現状であった。また、積層中のめっき電源を一時逆電圧としたり、PR パルス電源としたりすることで盛り上がりを少なくすることは可能であるが、凹部の解消にはならず、加えて表面の膜質を劣とすることになっていた。

#### 【0008】

さらに、化学的、機械的、電気的ポリッシングのように、めっきをしながら CMP で削るというプロセスも発表されているが、めっき成長面に機械加工が付加されることで、めっきの異常成長を促すことにもなり、膜質に問題を起こしていた。

#### 【0009】

本発明は上記事情に鑑みて為されたもので、基板表面に微細穴と大穴が混在しても、めっき膜の平坦性を向上させて、その後の CMP 加工をディッシングの発生を防止しつつ短時間で行うことができるようにした電解処理装置及びその方法を提供することを目的とする。

#### 【0010】

【課題を解決するための手段】



請求項 1 に記載の発明は、基板を保持する基板保持部と、基板と接触して該基板の被めつき面に通電させる第 1 の電極と、前記基板保持部に対向して順に配置された第 2 の電極及び高抵抗構造体と、前記基板保持部で保持した基板の被めつき面に対峙する位置に配置された研磨面とを有する電極ヘッドと、前記基板保持部で保持した基板の被めつき面と前記第 2 の電極との間に電解液を注入する電解液注入手段と、前記基板保持部と前記電極ヘッドとを相対移動させる相対移動機構と、前記電極ヘッドの研磨面を前記基板保持部で保持した基板に向けて押付ける押圧機構と、前記第 1 の電極と前記第 2 の電極との間に電流の方向を逆にした電圧を印加するめっき電源を有することを特徴とする電解処理装置である。

#### 【0011】

これにより、第 1 の電極をカソード、第 2 の電極をアノードとして電解めっきを行い、めっき電源を介して電流の方向を逆にして、つまり第 1 の電極をアノード、第 2 の電極をカソードとして電解エッチングを行うことができる。この電解エッチングを、研磨面を基板の被めつき面に押付けながら、研磨面と基板と相対的に移動させて行うことで、例えば微細穴の上部に形成されるめっき膜の盛り上がった部分の最上層の薄膜をこすり取り、露出しためっき層を選択的にエッチング除去して、めっき膜の平坦性を向上させることができる。

#### 【0012】

請求項 2 に記載の発明は、前記研磨面は、前記高抵抗構造体の基板対向面に取り付けた研磨パッドの露出表面に設けられていることを特徴とする請求項 1 記載の電解処理装置である。

請求項 3 に記載の発明は、前記研磨面は、サポートで支持された研磨パッドの露出表面に設けられていることを特徴とする請求項 1 記載の電解処理装置である。これにより、材質や形状が問われないサポートを介して研磨パッドを保持することで、研磨パッドを容易に保持して所定の位置に配置することができる。

#### 【0013】

請求項 4 に記載の発明は、前記研磨パッドは、柔軟性を有し、耐久性のある織布、不織布、樹脂、または樹脂発泡体からなることを特徴とする請求項 2 または 3 記載の電解処理装置である。この織布または不織布としては、重力に対しパッ

ド内で液保持ができ、且つ電解液が通り抜けて電気を通す微細な連続気孔（連続気泡）を有するものが望ましいが、連続気孔を有していない場合は、上下に連通する細孔を設けることで、これに対処することができる。

#### 【0014】

請求項5に記載の発明は、前記研磨面は、前記高抵抗構造体の一部または全部を改質または表面処理を施すことによって、前記高抵抗構造体の下面に設けられていることを特徴とする請求項1記載の電解処理装置である。この改質または表面処理としては、例えば、高抵抗構造体の一部及び全部に対するコーティング、焼成または封孔処理等が挙げられる。

#### 【0015】

請求項6に記載の発明は、前記押圧機構は、ばね要素の付勢力を介して、基板の被めつき面に対する押圧力を調整できるように構成されていることを特徴とする請求項1乃至4のいずれかに記載の電解処理装置である。このばね要素としては、コイルばね等の固体弾性体の他に、圧縮空気を使用した流体弾性体が挙げられる。つまり、コイルばね及びサーボモータで押圧機構を構成してもよく、これらに代わり、空気圧を調整するアクチュエータを使用して押圧機構を構成しても良い。

#### 【0016】

請求項7に記載の発明は、被めつき面を上方に向けて基板を保持する基板保持部と、基板と接触して基板の被めつき面に通電させる第1の電極と、前記基板保持部の上方に上下に配置された第2の電極及び高抵抗構造体と、前記基板保持部で保持した基板の被めつき面に対峙する位置に配置された研磨面とを有する電極ヘッドと、前記基板保持部で保持した基板の被めつき面と前記第2の電極との間に電解液を注入する電解液注入手段と、前記基板保持部と前記電極ヘッドとを相対移動させる相対移動機構と、前記電極ヘッドの研磨面を前記基板保持部で保持した基板に向けて押付ける押圧機構と、前記第1の電極と前記第2の電極との間に電流の方向を逆にした電圧を印加するめつき電源を有することを特徴とする電解処理装置である。

#### 【0017】

請求項 8 に記載の発明は、第 1 の電極に接触させて基板を保持し、この基板に対向して高抵抗構造体と第 2 の電極とを順に配置し、前記第 1 の電極と前記第 2 の電極との間に電解液を満たしつつ電圧を印加して電解処理を行うに際し、前記第 1 の電極をカソード、第 2 の電極をアノードとし、基板の被めっき面の上方あるいは下方に隙間を設けて電解めっきを行う工程及び、前記第 1 の電極をアノード、第 2 の電極をカソードとし、基板の被めっき面を研磨面で擦り付けながら電解エッチングを行う工程を有することを特徴とする電解処理方法である。

請求項 9 に記載の発明は、基板と研磨面を相対移動させつつ電解処理を行うことを特徴とする請求項 8 記載の電解処理方法である。

#### 【0018】

##### 【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態について説明する。この実施の形態は、半導体基板の表面に電解銅めっきと電解エッチングを任意に施して、基板表面に設けた配線用の微細窪みに銅を埋込んで銅層からなる配線を形成するようにした基板処理装置に適用した例を示しているが、他の基板処理装置にも適用できることは勿論である。

#### 【0019】

図 1 は、本発明の実施の形態の電解処理装置を備えた基板処理装置の全体を示す平面図で、図 1 に示すように、この基板処理装置には、同一設備内に位置して、内部に複数の基板 W を収納する 2 基のロード・アンロード部 10 と、電解処理及びその付帯処理を行う 2 基の電解処理装置 12 と、ロード・アンロード部 10 と電解処理装置 12 との間で基板 W の受渡しを行う搬送ロボット 14 と、電解液タンク 16 を有する電解液供給設備 18 が備えられている。

#### 【0020】

前記電解処理装置 12 には、図 2 に示すように、電解処理及びその付帯処理を行う基板処理部 20 が備えられ、この基板処理部 20 に隣接して、めっき液を溜める電解液トレイ 22 が配置されている。また、回転軸 24 を中心に揺動する揺動アーム 26 の先端に保持されて基板処理部 20 と電解液トレイ 22 との間を揺動する電極ヘッド 28 を有する電極アーム部 30 が備えられている。更に、基板

処理部 20 の側方に位置して、プレコート・回収アーム 32 と、純水やイオン水等の薬液、更には気体等を基板に向けて噴射する固定ノズル 34 が配置されている。この実施の形態にあつては、3 個の固定ノズル 34 が備えられ、その内の 1 個を純水の供給用に用いている。

#### 【0021】

基板処理部 20 には、図 3 に示すように、基板の表面（被めっき面）を上向きにして基板 W を保持する基板保持部 36 と、この基板保持部 36 の上方に該基板保持部 36 の周縁部を囲繞するように配置された電極部 38 が備えられている。更に、基板保持部 36 の周囲を囲繞して処理中に用いる各種薬液の飛散を防止する有底略円筒状のカップ 40 が、エアシリンダ（図示せず）を介して上下動自在に配置されている。

#### 【0022】

ここで、基板保持部 36 は、エアシリンダ 44 によって、下方の基板受渡し位置 A と、上方の電解処理位置 B と、これらの中間の前処理・洗浄位置 C との間を昇降し、図示しない回転モータ及びベルトを介して、任意の加速度及び速度で第 1 の電極部 38 と一体に回転するように構成されている。この基板受渡し位置 A に対向して、電解処理装置 12 のフレーム側面の搬送ロボット 14 側には、基板搬出入口（図示せず）が設けられ、また基板保持部 36 がめっき位置 B まで上昇した時に、基板保持部 36 で保持された基板 W の周縁部に下記の電極部 38 のシール材 90 と第 1 の電極 88 が当接するようになっている。一方、カップ 40 は、その上端が基板搬出入口下方に位置し、図 3 に仮想線で示すように、上昇した時に基板搬出入口を塞いで電極部 38 の上方に達するようになっている。

#### 【0023】

電解液トレイ 22 は、電解処理を実施していない時に、電極アーム部 30 の下記の高抵抗構造体 110 及び第 2 の電極 98 を電解液で湿潤させるためのもので、この高抵抗構造体 110 が収容できる大きさに設定され、図示しない電解液供給口と電解液排水口を有している。また、フォトセンサが電解液トレイ 22 に取付けられており、電解液トレイ 22 内のめっき液の満水、即ちオーバーフローと排水の検出が可能になっている。

**【0024】**

電極アーム部30は、下記のように本実施例では、サーボモータからなる上下動モータ132とボールねじ134を介して上下動し、旋回モータを介して、電解液トレイ22と基板処理部20との間を旋回（揺動）するようになっているが、空気圧アクチュエータを使用しても良い。

**【0025】**

また、プレコート・回収アーム32は、図4に示すように、上下方向に延びる支持軸58の上端に連結されて、ロータリアクチュエータ60を介して旋回（揺動）し、エアシリンダ（図示せず）を介して上下動するよう構成されている。このプレコート・回収アーム32には、その自由端側にプレコート液吐出用のプレコートノズル64が、基端側に電解液回収用の電解液回収ノズル66がそれぞれ保持されている。そして、プレコートノズル64は、例えばエアシリンダによって駆動するシリンジに接続されて、プレコート液がプレコートノズル64から間欠的に吐出され、また、電解液回収ノズル66は、例えばシリンダポンプまたはアスピレータに接続されて、基板上の電解液が電解液回収ノズル66から吸引されるようになっている。

**【0026】**

前記基板保持部36は、図5乃至図7に示すように、円板状のステージ68を備え、このステージ68の周縁部の円周方向に沿った6カ所に、上面に基板Wを水平に載置して保持する支持腕70が立設されている。この支持腕70の1つの上端には、基板Wの端面に当接して位置決めする位置決め板72が固着され、この位置決め板72を固着した支持腕70に対向する支持腕70の上端には、基板Wの端面に当接し回動して基板Wを位置決め板72側に押付ける押付け片74が回動自在に支承されている。また、他の4個の支持腕70の上端には、回動して基板Wをこの上方から下方に押付けるチャック爪76が回動自在に支承されている。

**【0027】**

ここで、押付け片74及びチャック爪76の下端は、コイルばね78を介して下方に付勢した押圧棒80の上端に連結されて、この押圧棒80の下動に伴って

押付け片 74 及びチャック爪 76 が内方に回転して閉じるようになっており、ステージ 68 の下方には、押圧棒 80 に下面に当接してこれを上方に押上げる支持板 82 が配置されている。

#### 【0028】

これにより、基板保持部 36 が図 3 に示す基板受渡し位置 A に位置する時、押圧棒 80 は支持板 82 に当接し上方に押し上げられて、押付け片 74 及びチャック爪 76 が外方に回転して開き、ステージ 68 を上昇させると、押圧棒 80 がコイルばね 78 の弾性力で下降して、押付け片 74 及びチャック爪 76 が内方に回転して閉じるようになっている。

#### 【0029】

前記電極部 38 は、図 8 及び図 9 に示すように、支持板 82（図 7 等参照）の周縁部に立設した支柱 84 の上端に固着した環状の枠体 86 と、この枠体 86 の下面に内方に突出させて取付けた、この例では 6 分割された第 1 の電極 88 と、この第 1 の電極 88 の上方を覆うように枠体 86 の上面に取付けた環状のシール材 90 とを有している。この第 1 の電極 88 は、電解めっきを行うときにはカソードとなり、電解エッチングを行うときにはアノードとなる。シール材 90 は、その内周縁部が内方に向け下方に傾斜し、かつ徐々に薄肉となって、内周端部が下方に垂下するように構成されている。

#### 【0030】

これにより、図 3 に示すように、基板保持部 36 が電解処理位置 B まで上昇した時に、この基板保持部 36 で保持した基板 W の周縁部に第 1 の電極 88 が押付けられて通電し、同時にシール材 90 の内周端部が基板 W の周縁部上面に圧接し、ここを水密的にシールして、基板の上面（被めっき面）に供給された電解液が基板 W の端部から染み出すのを防止するとともに、電解液が第 1 の電極 88 を汚染することを防止するようになっている。

なお、この実施の形態において、電極部 38 は、上下動不能で基板保持部 36 と一体に回転するようになっているが、上下動自在で、下降した時にシール材 90 が基板 W の被めっき面に圧接するように構成しても良い。

#### 【0031】

前記電極アーム部 30 の電極ヘッド 28 は、図 10 乃至図 12 に示すように、揺動アーム 26 の自由端にボールベアリング 92 を介して連結したハウジング 94 と、このハウジング 94 の下端開口部を塞ぐように配置された高抵抗構造体 110 とを有している。すなわち、このハウジング 94 の下部には、内方に突出した内方突出部 94a が、高抵抗構造体 110 の上部にはフランジ部 110a がそれぞれ設けられ、このフランジ部 110a を内方突出部 94a に引っ掛け、更にスペーサ 96 を介装することで、ハウジング 94 に高抵抗構造体 110 が保持されている。これによって、ハウジング 94 の内部に中空の電解液室 100 が区画形成されている。

#### 【0032】

この高抵抗構造体 110 は、アルミナ、SiC、ムライト、ジルコニア、チタニア、コージライト等の多孔質セラミックスまたはポリプロピレンやポリエチレンの焼結体等の硬質多孔質体、あるいはこれらの複合体、更には織布や不織布で構成される。例えば、アルミナ系セラミックスにあつては、ポア径 30～200  $\mu\text{m}$ 、SiC にあつては、ポア径 30  $\mu\text{m}$  以下、気孔率 20～95%、厚み 1～20 mm、好ましくは 5～20 mm、更に好ましくは 8～15 mm 程度のものが使用される。この例では、例えば気孔率 30%、平均ポア径 100  $\mu\text{m}$  でアルミナ製の多孔質セラミックス板から構成されている。そして、この内部に電解液を含有させることで、つまり多孔質セラミックス板自体は絶縁体であるが、この内部に電解液を複雑に入り込ませ、厚さ方向にかなり長い経路を辿らせることで、電解液の電気伝導率より小さい電気伝導率を有するように構成されている。

#### 【0033】

このように高抵抗構造体 110 を電解液室 100 内に配置し、この高抵抗構造体 110 によって大きな抵抗を発生させることで、導電層 1a (図 16 参照) の抵抗の影響を無視できる程度となし、基板 W の表面の電気抵抗による電流密度の面内差を小さくして、めっき膜の面内均一性を向上させることができる。

#### 【0034】

前記電解液室 100 内には、電解めっきのときはアノードとなり、電解エッチングのときはカソードとなる第 2 の電極 98 が、この上方に配置した電解液導入

管 104 の下面に取付けられて配置されている。そして、この電解液導入管 104 には、電解液導入口 104 a が設けられ、この電解液導入口 104 a に電解液供給設備 18 (図 1 参照) から延びる電解液供給管 102 が接続され、更に、ハウジング 94 の上面に設けられた電解液排出口 94 b に電解液室 100 に連通する電解液排出管 106 が接続されている。

#### 【0035】

電解液導入管 104 は、被めっき面に均一に電解液を供給できるように、マニホールド構造が採用されている。即ち、その長手方向に沿った所定の位置に、この内部に連通する多数の細管 112 を連結している。そして、第 2 の電極 98 及び高抵抗構造体 110 のこの細管 112 に対応する位置には細孔が設けられ、細管 112 は、これらの細孔内を下方に延びて、高抵抗構造体 110 の下面乃至該下面付近に達するように構成されている。

#### 【0036】

これにより、電解液供給管 102 から電解液導入管 104 に導入された電解液は、細管 112 を通過して高抵抗構造体 110 の下方に達し、この高抵抗構造体 110 の内部を通過して電解液室 100 内を満たして第 2 の電極 98 を電解液中に浸漬させ、電解液排出管 106 を吸引することで、電解液排出管 106 から排出されるようになっている。

#### 【0037】

ここで、第 2 の電極 98 は、スライムの生成を抑制するため、含有量が 0.03 ~ 0.05 % のリンを含む銅 (含リン銅) で構成されているが、不溶解のものを使用してもよい。

また、第 1 の電極 88 はめっき電源 114 の一方の電極に、第 2 の電極 98 はめっき電源 114 の他方の電極にそれぞれ電氣的に接続されており、このめっき電源 114 は、流れる電流の向きを任意に変更できるようになっている。

#### 【0038】

高抵抗構造体 110 の下面には、下面を研磨面 120 a とした研磨パッド 120 が、貼着等により取付けられている。この研磨パッド 120 は、電解エッチングの際に、この研磨面 120 a を基板の被めっき面に向けて押圧しつつ擦り付け



るためのもので、柔軟性を有し、耐久性のある織布、不織布、樹脂、または樹脂発泡体からなり、電解液が通り抜ける連続気孔（連続気泡）を有するものが望ましい。この研磨パッド120としては、例えばCMPなどで広く使用されるロデール社製のポリテックス（Polite x）等の不織布やIC1000のような発泡ウレタン等が用いられる。なお、連続気孔を有していない場合には、例えば0.5～1mm間隔で、上下に連通する多数の細孔を設けることで、電解液が研磨パッド120の内部を通り抜け、電流が流れるようにすることができる。

#### 【0039】

更に、ボールベアリング92と揺動アーム26の間には、研磨パッド120の研磨面120aを基板の被めつき面に向けて押付ける押圧機構122が設けられている。つまり、この押圧機構122は、互いに離間した位置に配置される一対の板体124、126間に配置される圧縮コイルばね128と、一端を一方の板体124に固着し、他端に設けた頭部130aを他方の板体126に当接させて、一対の板体124、126間の間隔が広がることを規制するストッパ130とを有している。一方、揺動アーム26は、サーボモータからなる上下動モータ132とボールねじ134を介して上下動するように構成されている。この上下機構は空気圧アクチュエータであってもよい。

#### 【0040】

これにより、研磨パッド120の研磨面120aが基板Wの表面に当接しない間は、圧縮コイルばね128の弾性力を介して、電極ヘッド28は、揺動アーム26と一体に上下動（及び揺動）し、研磨パッド120の研磨面120aが基板Wの表面に当接した後、揺動アーム26を更に下降させると、この下降に伴って、圧縮コイルばね128が更に縮み、この圧縮コイルばね128の弾性力を研磨パッド120に作用させて、研磨面120aを基板の表面に押付け、しかも縮み量（変位量）を制御することで、この押圧力を調整できるようになっている。この押圧力は、一般的には200g/cm<sup>2</sup>以下、特に70g/cm<sup>2</sup>程度が好ましい。この変位とばねの力は、空気圧アクチュエータを使用して上下動させるようにしたものから得るようにしても良い。なお、上記の例では、研磨パッド120を上下動させるようにしているが、基板保持部36側、または双方を上下動さ

せるようにしても良い。

#### 【0041】

そして、電解めっきを行うときには、めっき電源114を介して、第1の電極88をカソード、第2の電極98をアノードとなし、図11に示すように、基板保持部36が電解処理位置B（図3参照）にある時に、基板保持部36で保持した基板Wと研磨パッド120との隙間が、例えば0.1～3mm程度となるまで電極ヘッド28を下降させ、この状態で、電解液供給管102から電解液（めっき液）を供給して、高抵抗構造体110に電解液を含ませながら、基板Wの上面（被めっき面）から電解液室100の内部を電解液で満たす。これによって、基板Wの被めっき面にめっきを施す。

#### 【0042】

一方、電解エッチングを行うときには、めっき電源114を介して、第1の電極88をアノード、第2の電極98をカソードとなし、図12に示すように、基板保持部36が電解処理位置B（図3参照）にある時に、研磨パッド120の研磨面120aが基板保持部36で保持した基板Wを所定の圧力で押圧するまで電極ヘッド28を下降させ、この状態で、電解液供給管102から電解液を供給して、高抵抗構造体110に電解液を含ませながら、基板Wの上面（被めっき面）から電解液室100の内部を電解液で満たして、更に、基板保持部36を回転させて、研磨面120aを基板Wの被めっき面に擦り付けながら、基板Wの被めっき面にエッチングを施す。

#### 【0043】

次に、前記実施の形態の電解処理装置を備えた基板処理装置の操作について説明する。なお、この例では、同じ電解液（めっき液）を使って電解めっきと電解エッチングを行うようにした例について、図13及び図14を更に参照して説明する。なお、電解めっきと電解エッチングとを電解液を変えて行うようにしても良いことは勿論である。その際は交換手段、液排出機構などが必要となる。

#### 【0044】

先ず、ロード・アンロード部10からめっき処理前の基板Wを搬送ロボット14で取出し、被めっき面を上向きにした状態で、フレームの側面に設けられた基

板搬出入口から一方の電解処理装置 12 の内部に搬送する。この時、基板保持部 36 は、下方の基板受渡し位置 A にあり、搬送ロボット 14 は、そのハンドがステージ 68 の真上に到達した後に、ハンドを下降させることで、基板 W を支持腕 70 上に載置する。そして、搬送ロボット 14 のハンドを前記基板搬出入口を通して退去させる。

#### 【0045】

搬送ロボット 14 のハンドの退去が完了した後、カップ 40 を上昇させ、同時に基板受渡し位置 A にあった基板保持部 36 を前処理・洗浄位置 C に上昇させる。この時、この上昇に伴って、支持腕 70 上に載置された基板は、位置決め板 72 と押付け片 74 で位置決めされ、チャック爪 76 で確実に把持される。

#### 【0046】

一方、電極アーム部 30 の電極ヘッド 28 は、この時点では電解液トレイ 22 上の通常位置にあって、高抵抗構造体 110 あるいは第 2 の電極 98 が電解液トレイ 22 内に位置しており、この状態でカップ 40 の上昇と同時に、電解液トレイ 22 及び電極ヘッド 28 に電解液の供給を開始する。そして、基板のめっき工程に移るまで、新しい電解液を供給し、併せて電解液排出管 106 を通じた吸引を行って、高抵抗構造体 110 に含まれる電解液の交換と泡抜きを行う。なお、カップ 40 の上昇が完了すると、フレーム側面の基板搬出入口はカップ 40 で塞がれて閉じ、フレーム内外の雰囲気遮断状態となる。

#### 【0047】

カップ 40 が上昇するとプレコート処理に移る。即ち、基板 W を受取った基板保持部 36 を回転させ、待避位置にあったプレコート・回収アーム 32 を基板と対峙する位置へ移動させる。そして、基板保持部 36 の回転速度が設定値に到達したところで、プレコート・回収アーム 32 の先端に設けられたプレコートノズル 64 から、例えば界面活性剤からなるプレコート液を基板の被めっき面に間欠的に吐出する。この時、基板保持部 36 が回転しているため、プレコート液は基板 W の被めっき面の全面に行き渡る。次に、プレコート・回収アーム 32 を待避位置へ戻し、基板保持部 36 の回転速度を増して、遠心力により基板 W の被めっき面のプレコート液を振り切って乾燥させる。

## 【0048】

プレコート完了後にめっき処理に移る。先ず、基板保持部36を、この回転を停止、若しくは回転速度をめっき時速度まで低下させた状態で、めっきを施すめっき位置Bまで上昇させる。すると、基板Wの周縁部は、第1の電極88に接触して通電可能な状態となり、同時に基板Wの周縁部上面にシール材90が圧接して、基板Wの周縁部が水密的にシールされる。

## 【0049】

一方、搬入された基板Wのプレコート処理が完了したという信号に基づいて、電極アーム部30を電解液トレイ22上方から電解処理を施す位置の上方に電極ヘッド28が位置するように水平方向に旋回させ、この位置に到達した後に、電極ヘッド28を電極部38に向かって下降させる。この時、研磨パッド120を基板Wの被めっき面に接触することなく、0.1mm～3mm程度に近接した位置とする。電極ヘッド28の下降が完了した時点で、第1の電極88をカソード、第2の電極98をアノードとしためっき電流を投入し、電解液供給管102から電解液を電極ヘッド28の内部に供給して、高抵抗構造体110に電解液を含ませながら、基板Wの上面（被めっき面）から電解液室100の内部を電解液で満たし、これによって、基板Wの被めっき面にめっきを施す。

## 【0050】

この時、例えば図13及び図14に示すように、液張りまで（ $t_0 \sim t_1$ ）は、めっき電圧を一定（CV制御）にしておき、その後、電流を一定（CC制御）にして、電流を段階的に増加させながら第1段階のめっき（ $t_1 \sim t_2$ ）、第2段階のめっき（ $t_2 \sim t_3$ ）、第3段階のめっき（ $t_3 \sim t_4$ ）を行う。この時、必要に応じて、基板保持部36を低速で回転させる。

## 【0051】

次に、第1の電極88がアノード、第2の電極98がカソードとなるように電流（電圧）を切換え、更に、研磨パッド120の研磨面120aを基板保持部36で保持した基板Wに向けて所定の圧力で押圧しながら、基板保持部36を回転させて、研磨パッド120の研磨面120aを基板の被めっき面に擦り付けながら第1段階の電解エッチングを行う（ $t_4 \sim t_5$ ）。

## 【0052】

そして、第1の電極88がカソード、第2の電極98がアノードとなるように電流（電圧）を切換え、研磨パッド120を基板Wの被めっき面に接触することのない位置に戻し、更に前述の第3段階のめっきに比べてより増加させた一定電流を流しながら第4段階のめっきを行う（ $t_5 \sim t_6$ ）。

## 【0053】

次に、前述と同様に電流（電圧）を切換え、前述の第1段階のエッチングに比べて、より増加させた一定電流を流しながら、押圧力を高めた状態で第2段階の電解エッチングを行う（ $t_6 \sim t_7$ ）。

更に、前述同様に電流（電圧）を切換え、研磨パッド120を基板Wの被めっき面に接触することのない位置に戻し、更に前述の第4段階のめっきに比べてより増加させた一定電流を流しながら第5段階のめっきを行う（ $t_7 \sim t_8$ ）。

## 【0054】

そして、前述と同様に電流（電圧）を切換え、前述の第2段階のエッチングに比べて、より減少させた一定電流を流しながら、押圧力を高めた状態で第3段階の電解エッチングを行い（ $t_8 \sim t_9$ ）、これにより電解処理を完了する。

このように、めっき処理の合間に電解エッチングを行い、しかもこの電解エッチングを、研磨面120aを基板の被めっき面に押付けながら、研磨面120aと基板Wと相対的に移動させて行うことで、例えば微細穴の上部に形成されるめっき膜の盛り上がった部分を選択的にエッチング除去して、めっき膜の平坦性を向上させることができる。

## 【0055】

電解処理が完了すると、電極アーム部30を上昇させ旋回させて電解液トレイ22上方へ戻し、通常位置へ下降させる。次に、プレコート・回収アーム32を待避位置から基板Wに対峙する位置へ移動させて下降させ、電解液回収ノズル66から基板W上の電解液の残液を回収する。この残液の回収が終了した後、プレコート・回収アーム32を待避位置へ戻し、基板のめっき面のリンスのために、純水用の固定ノズル34から基板Wの中央部に純水を吐出し、同時に基板保持部36をスピードを増して回転させて基板Wの表面の被めっき液を純水に置換する

。このように、基板Wのリンスを行うことで、基板保持部36をめっき位置Bから下降させる際に、電解液が跳ねて、電極部38の第1の電極88が汚染されることが防止される。

#### 【0056】

リンス終了後に水洗工程に入る。即ち、基板保持部36をめっき位置Bから前処理・洗浄位置Cへ下降させ、純水用の固定ノズル34から純水を供給しつつ基板保持部36及び電極部38を回転させて水洗を実施する。この時、電極部38に直接供給した純水、又は基板Wの面から飛散した純水によってシール材90及び第1の電極88も基板と同時に洗浄することができる。

#### 【0057】

水洗完了後にドライ工程に入る。即ち、固定ノズル34からの純水の供給を停止し、更に基板保持部36及び電極部38の回転スピードを増して、遠心力により基板表面の純水を振り切って乾燥させる。併せて、シール材90及び第1の電極88も乾燥される。ドライ工程が完了すると基板保持部36及び電極部38の回転を停止させ、基板保持部36を基板受渡し位置Aまで下降させる。すると、チャック爪76による基板Wの把持が解かれ、基板Wは、支持腕70の上面に載置された状態となる。これと同時に、カップ40も下降させる。

#### 【0058】

以上でめっき処理及びそれに付帯する前処理や洗浄・乾燥工程の全て工程を終了し、搬送ロボット14は、そのハンドを基板搬出入口から基板Wの下方に挿入し、そのまま上昇させることで、基板保持部36から処理後の基板Wを受取る。そして、搬送ロボット14は、この基板保持部36から受取った処理後の基板Wをロード・アンロード部10に戻す。

#### 【0059】

図15は、本発明の他の実施の形態の電解処理装置の要部を示す。この例の、前記例と異なる点は、高抵抗構造体110をその周縁部をハウジング94で保持して、電解液室100の内部を横方向に跨るように配置し、更にフランジ140aを有するサポート140を備え、このサポート140をそのフランジ140aをハウジング94の内方突出部94aに引っ掛けて保持し、このサポート140

の下面に、下面を研磨面 120a とした研磨パッド 120 を取付けた点にある。  
なお、細管 112 は、サポート 140 の内部を貫通して延びており、更にサポート 140 には、多数の貫通孔が設けられている。

#### 【0060】

このように、材質や形状に影響されないサポート 140 を介して研磨パッド 120 を保持することで、この研磨パッド 120 を容易に保持して所定の位置に配置することができる。

なお、前記の各例では、下面を研磨面 120a とした研磨パッド 120 を備えた例を示しているが、高抵抗構造体の一部に、例えばコーティング、焼成または封孔処理等の表面処理を施して、高抵抗構造体の下面を研磨面とするようにしてもよい。

#### 【0061】

##### 【発明の効果】

以上詳細に説明したように、本発明によれば、第 1 の電極をカソード、第 2 の電極をアノードとして電解めっきを行い、めっき電源を介して電流の方向を逆して、つまり第 1 の電極をアノード、第 2 の電極をカソードとして電解エッチングを行うことができ、この電解エッチングを、研磨面を基板の被めっき面に押付けながら、研磨面と基板と相対的に移動させて行うことで、例えば微細穴の上部に形成されるめっき膜の盛り上がった部分を選択的にエッチング除去して、めっき膜の平坦性を向上させることができる。これによって、その後の CMP 加工をデイスシングの発生を防止しつつ短時間で行うことができる。

##### 【図面の簡単な説明】

#### 【図 1】

本発明の実施の形態の電解処理装置を備えた基板処理装置の全体を示す平面図である。

#### 【図 2】

本発明の実施の形態の電解処理装置を示す平面図である。

#### 【図 3】

基板保持部及び電極部の拡大断面図である。

**【図 4】**

プレコート・回収アームを示す正面図である。

**【図 5】**

基板保持部の平面図である。

**【図 6】**

図 5 の B-B 線断面図である。

**【図 7】**

図 5 の C-C 線断面図である。

**【図 8】**

電極部の平面図である。

**【図 9】**

図 8 の D-D 線断面図である。

**【図 10】**

電極アーム部の平面図である。

**【図 11】**

電極ヘッド及び基板保持部を概略的に示す電解めっき時における断面図である。

**【図 12】**

電極ヘッド及び基板保持部を概略的に示す電解エッチング時における断面図である。

**【図 13】**

電解めっきと電解エッチングを行う時の電流（電圧）と時間との関係の一例を示す図である。

**【図 14】**

同じく、電解エッチング時の押圧力と時間との関係の一例を示す図である。

**【図 15】**

本発明の他の実施の形態の電解処理装置の要部を示す断面図（図 11 相当図）である。

**【図 16】**



めっき処理によって銅配線を形成する例を工程順に示す図である。

【図 17】

従来の基板に銅めっきを行って埋込み配線を形成するときの問題点の説明に付する断面図である。

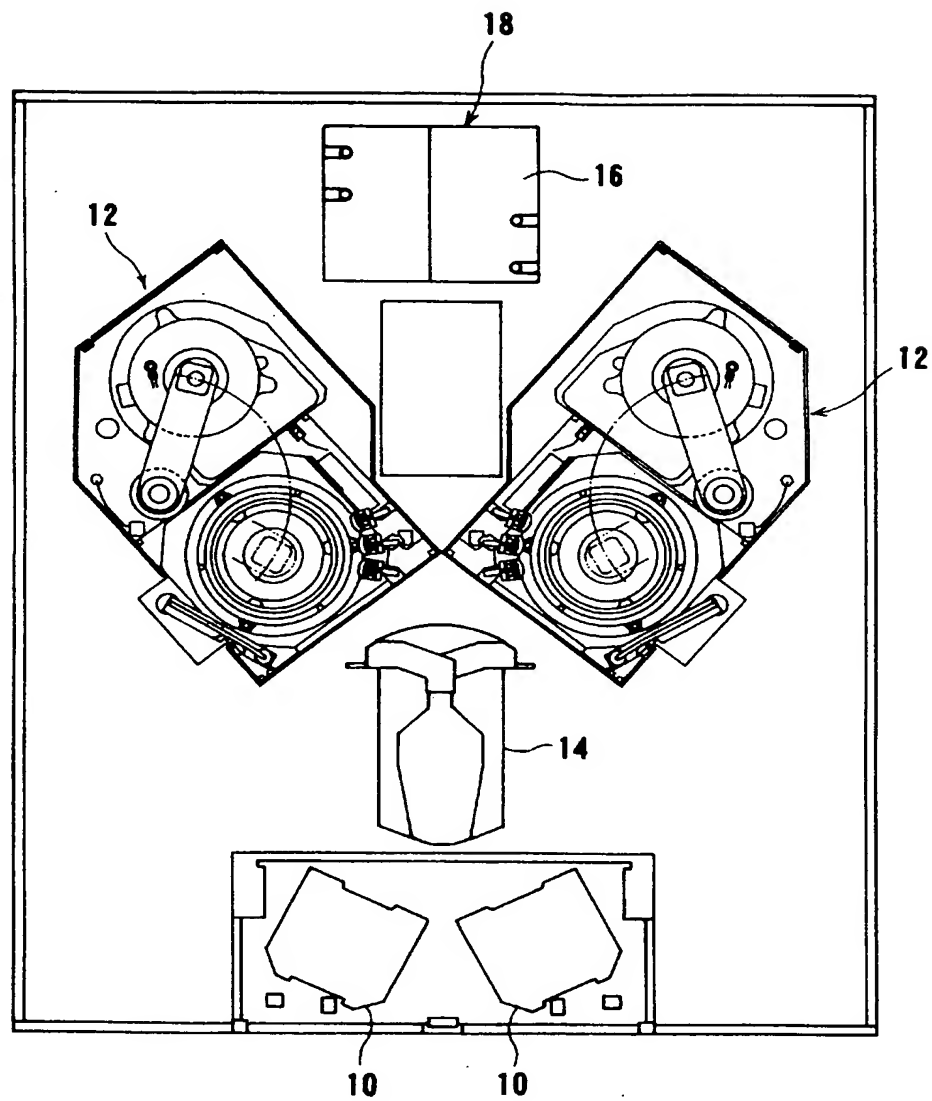
【符号の説明】

- 10   ロード・アンロード部
- 12   電解処理装置
- 14   搬送ロボット
- 16   電解液タンク
- 18   電解液供給設備
- 20   基板処理部
- 22   電解液トレー
- 26   揺動アーム
- 28   電極ヘッド
- 30   電極アーム部
- 32   プレコート・回収アーム
- 34   固定ノズル
- 36   基板保持部
- 38   電極部
- 64   プレコートノズル
- 66   電解液回収ノズル
- 68   ステージ
- 70   支持腕
- 76   チャック爪
- 80   押圧棒
- 82   支持板
- 86   枠体
- 88   第1の電極
- 90   シール材

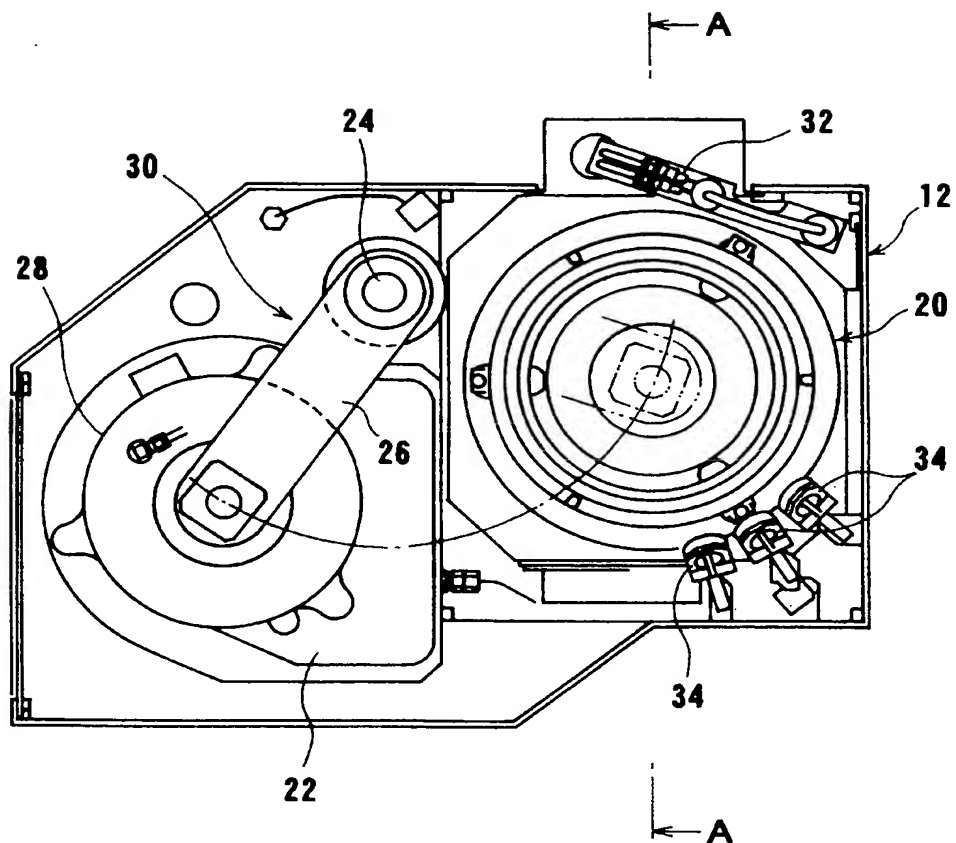
- 9 4   ハウジング
- 9 8   第 2 の電極
- 1 0 0   電解液室
- 1 0 2   電解液供給管
- 1 0 4   電解液導入管
- 1 0 6   電解液排出管
- 1 1 0   高抵抗構造体
- 1 1 2   細管
- 1 1 4   めっき電源
- 1 2 0   研磨パッド
- 1 2 0 a   研磨面
- 1 2 2   押圧機構
- 1 3 0   ストッパ
- 1 3 2   上下動モータ
- 1 4 0   サポート

【書類名】 図面

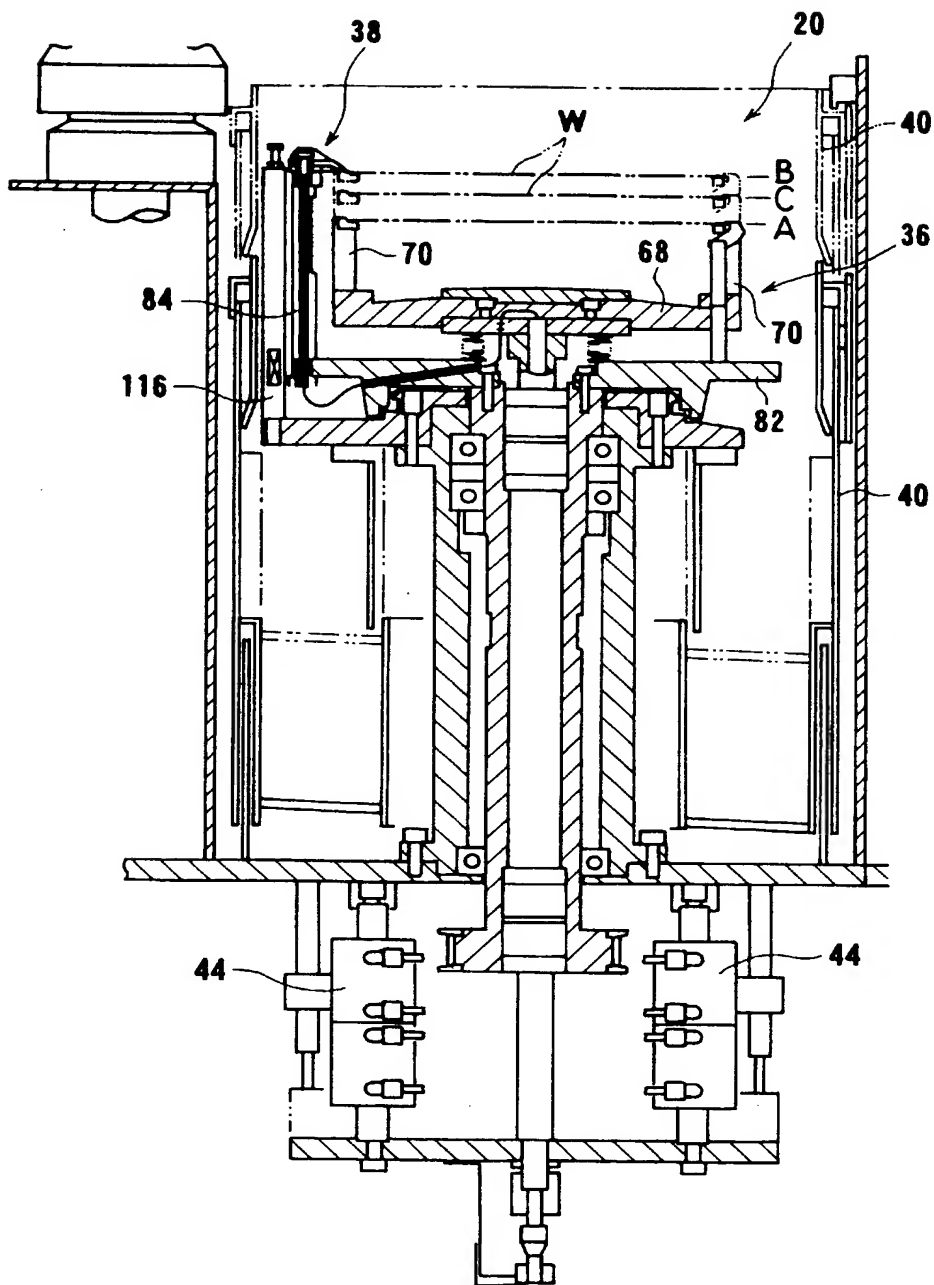
【図 1】



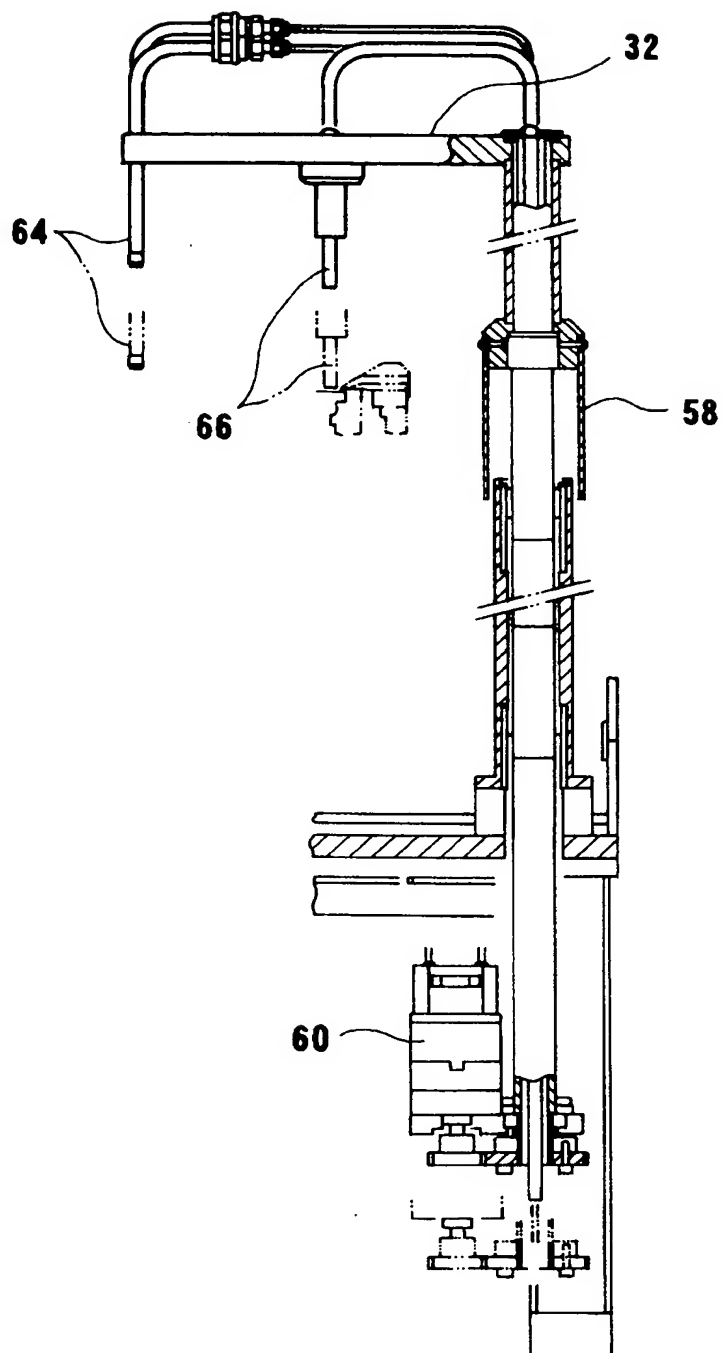
【図 2】



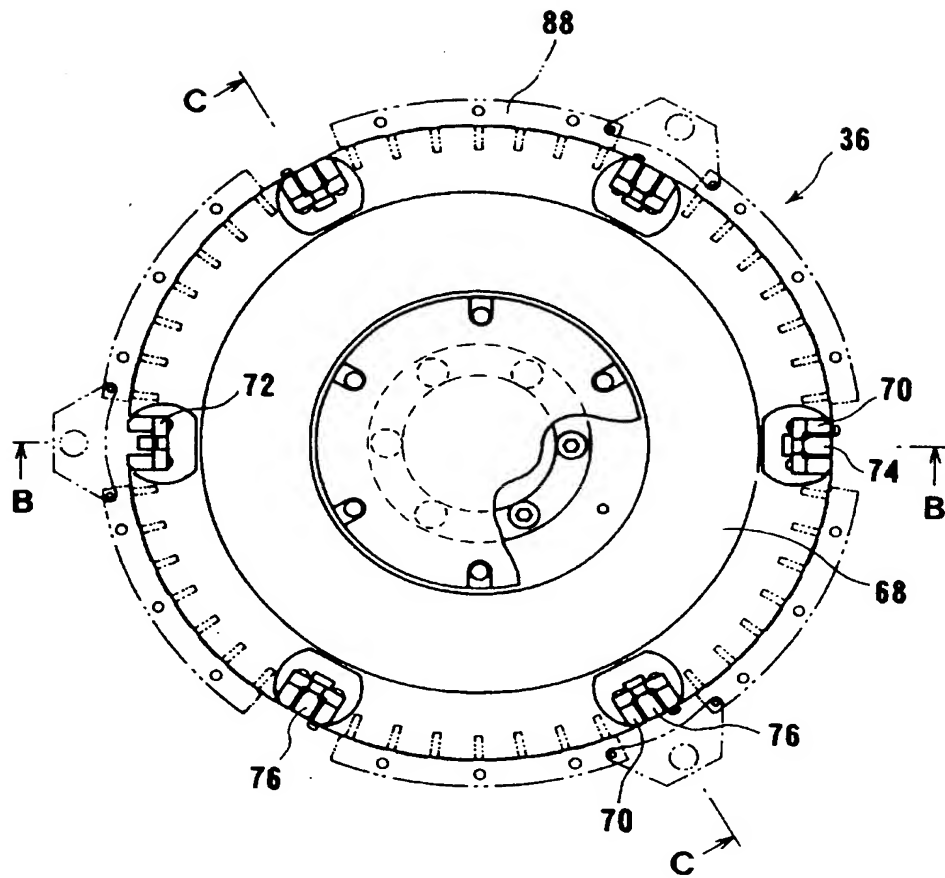
【図 3】



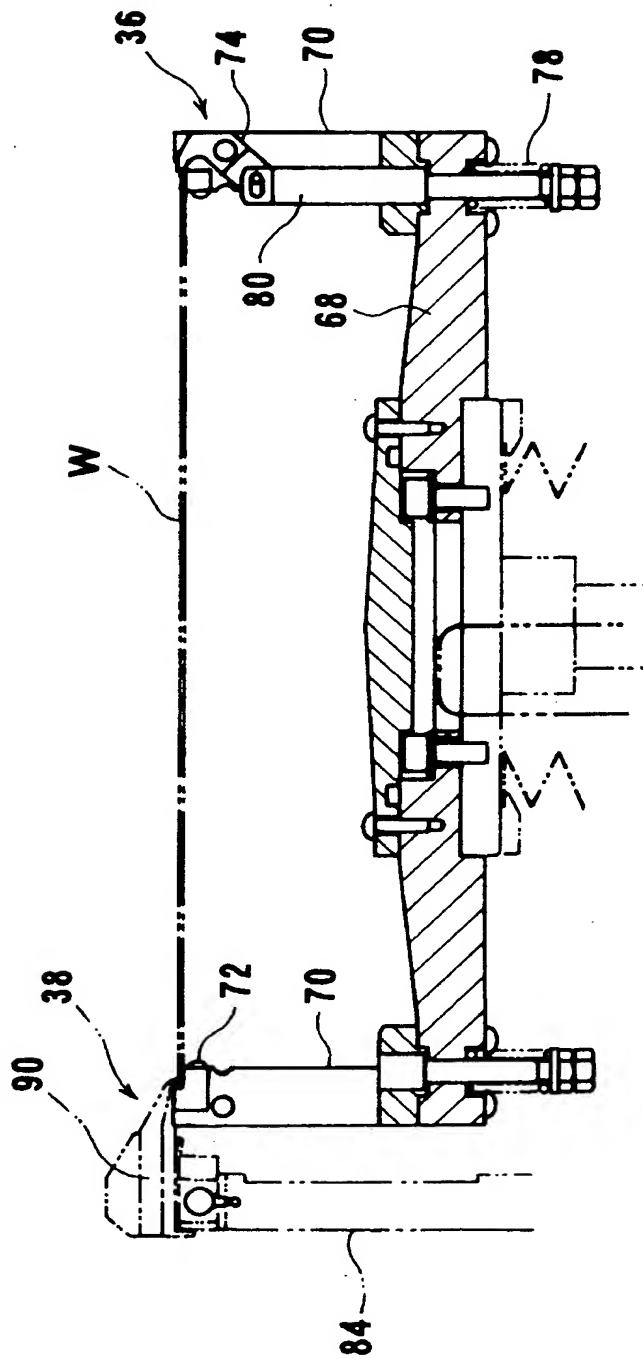
【図 4】



【図 5】

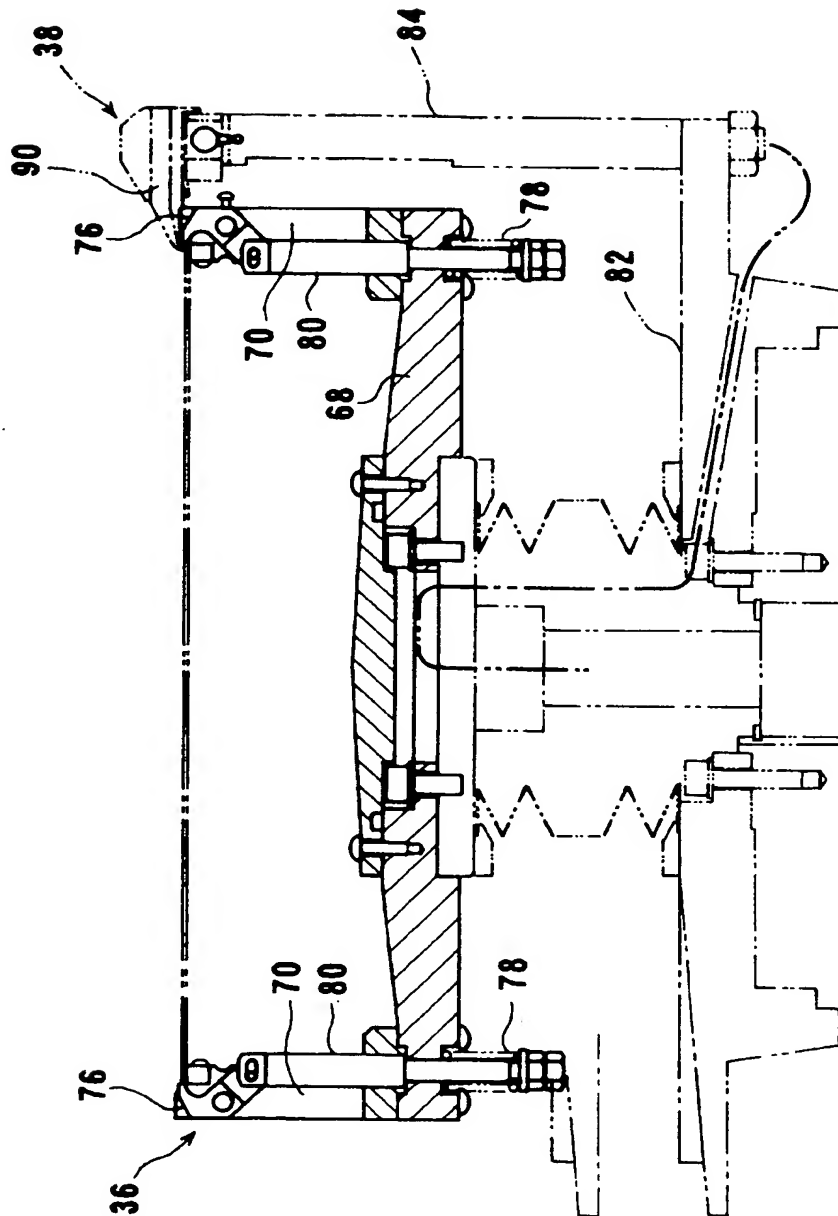


【図 6】

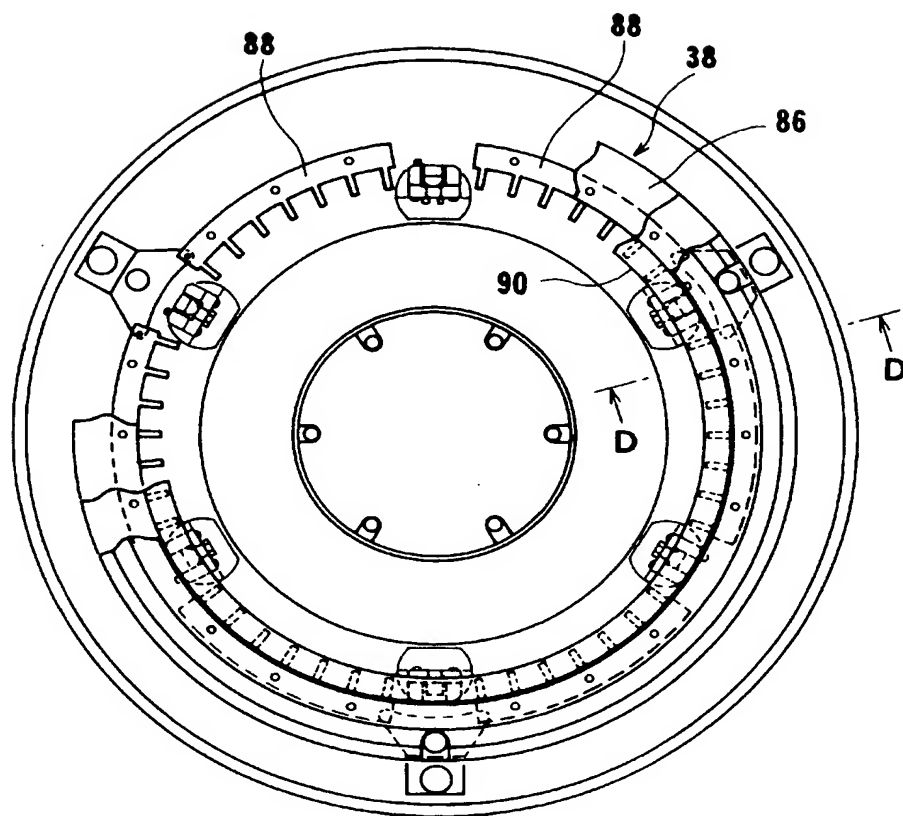




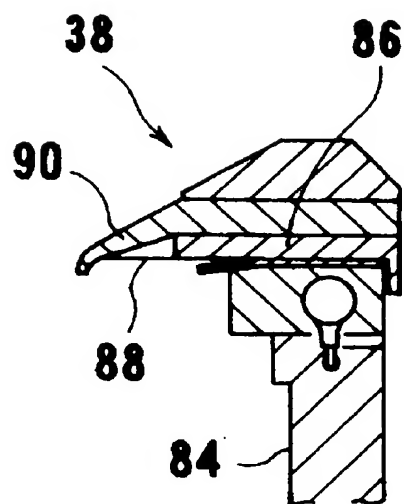
【図 7】



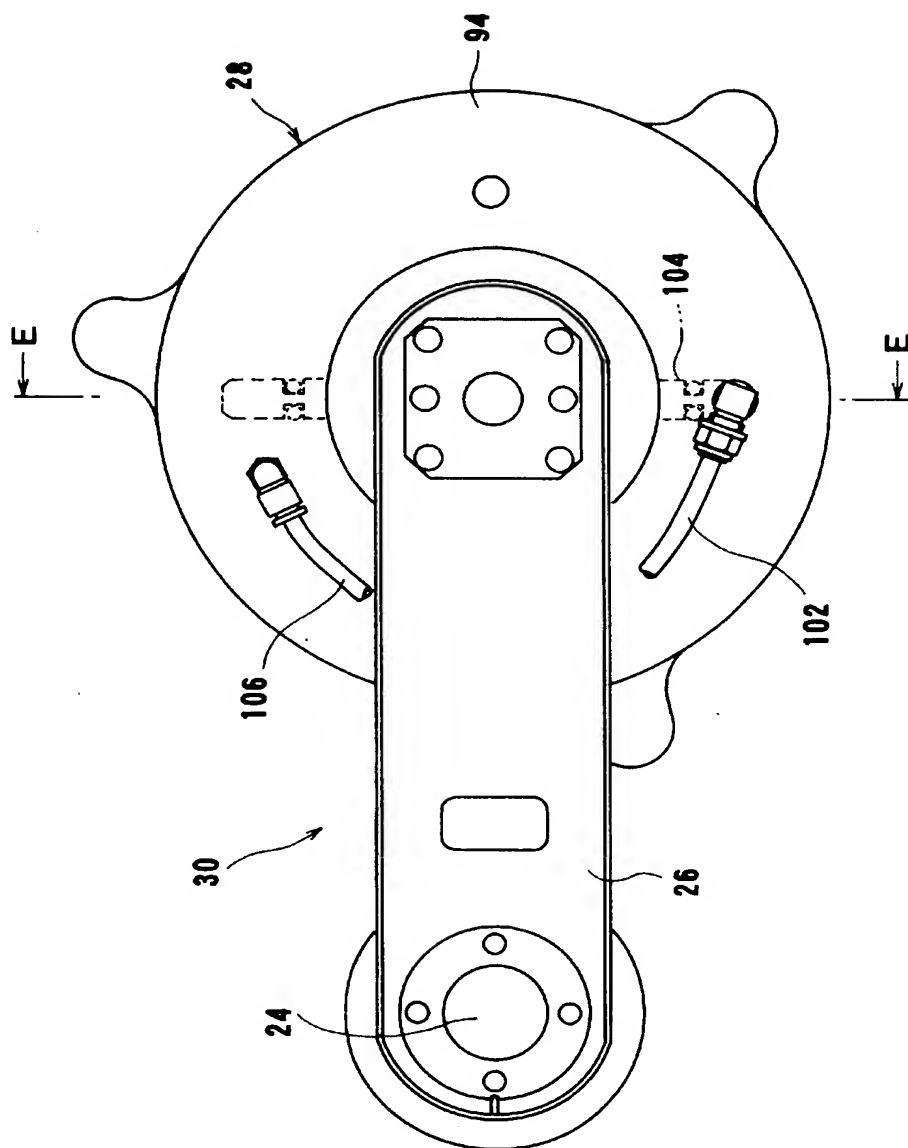
【図 8】



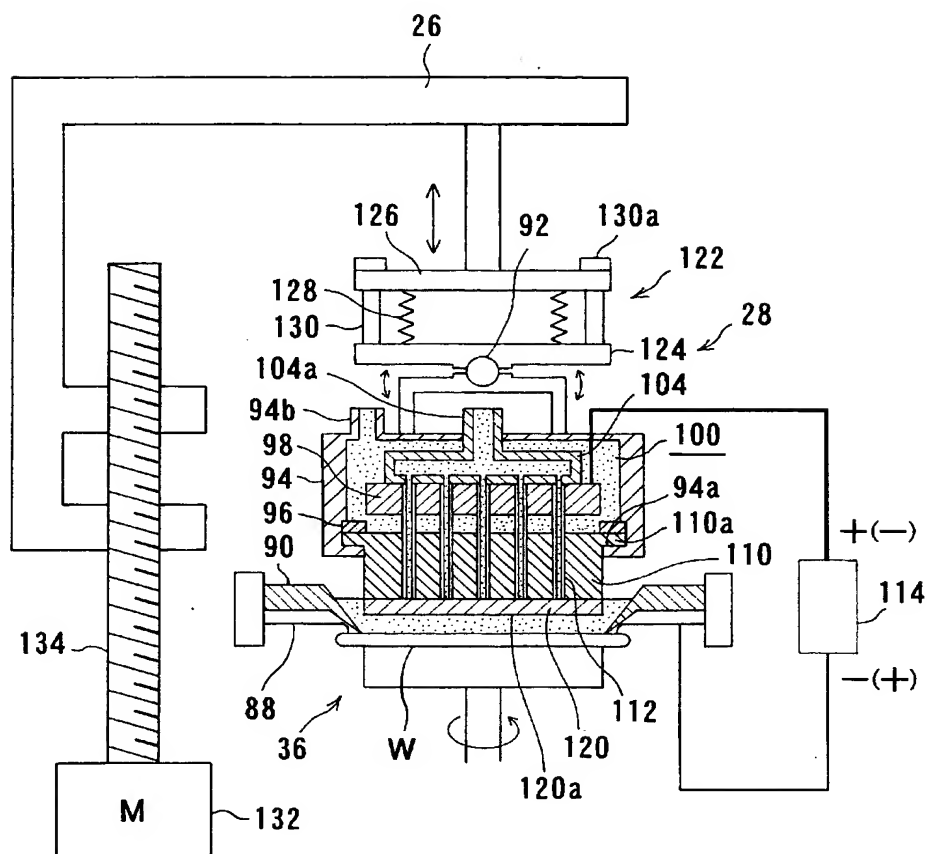
【図 9】



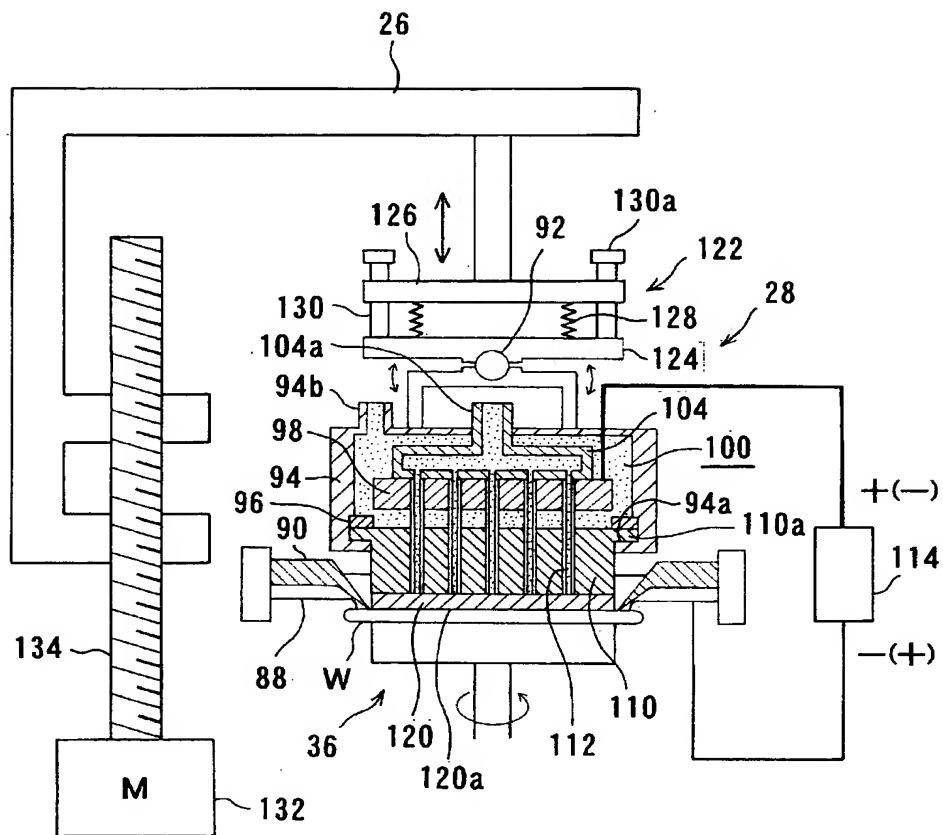
【図 10】



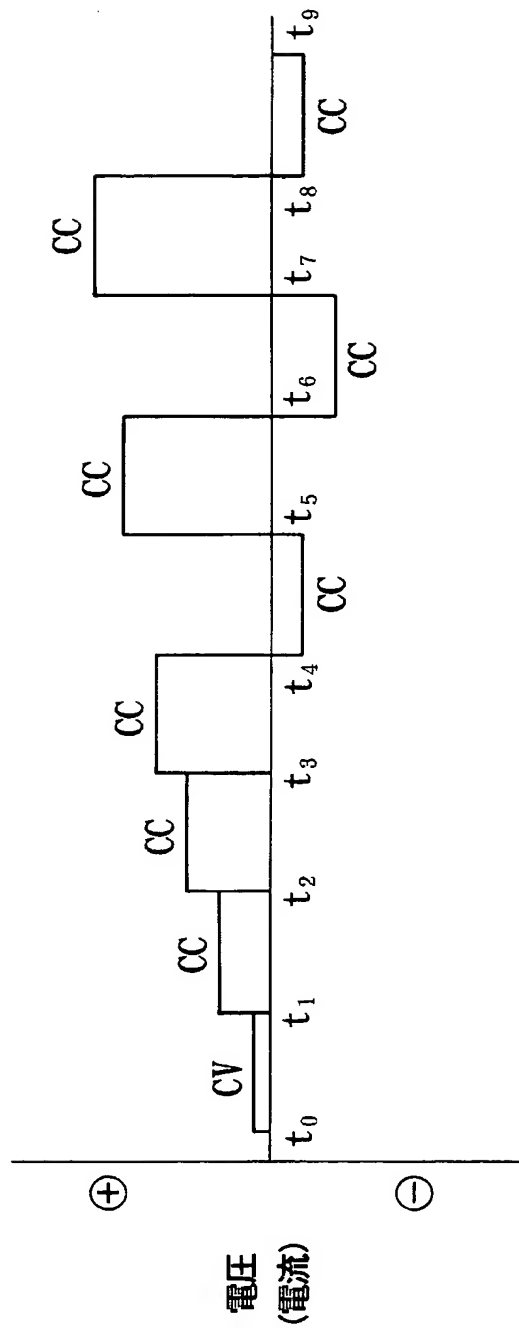
【図 11】



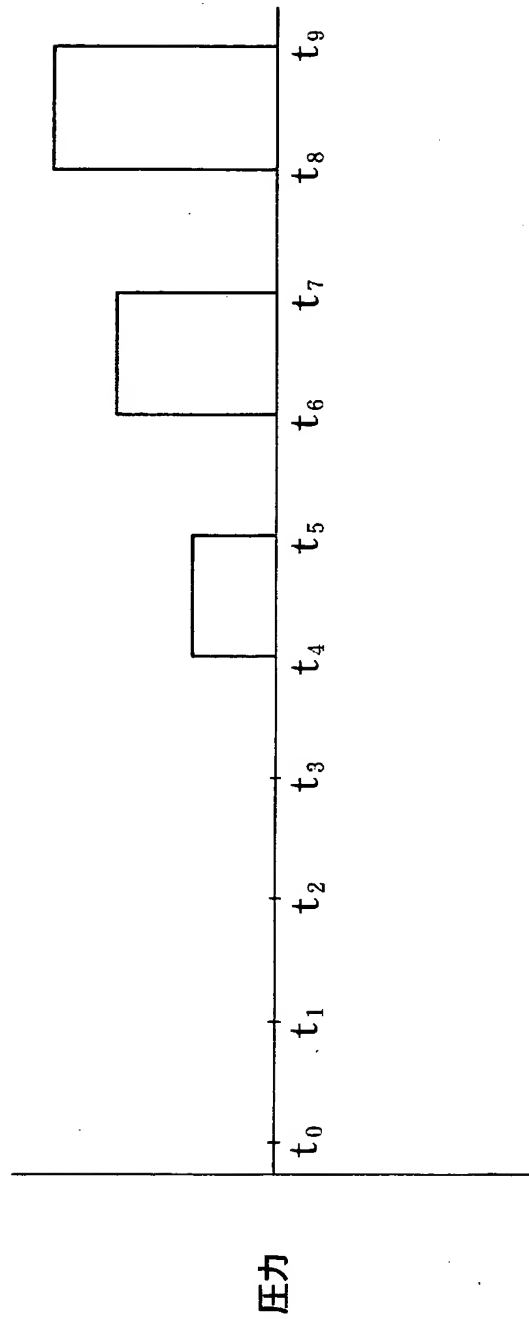
【図 12】



【図 13】



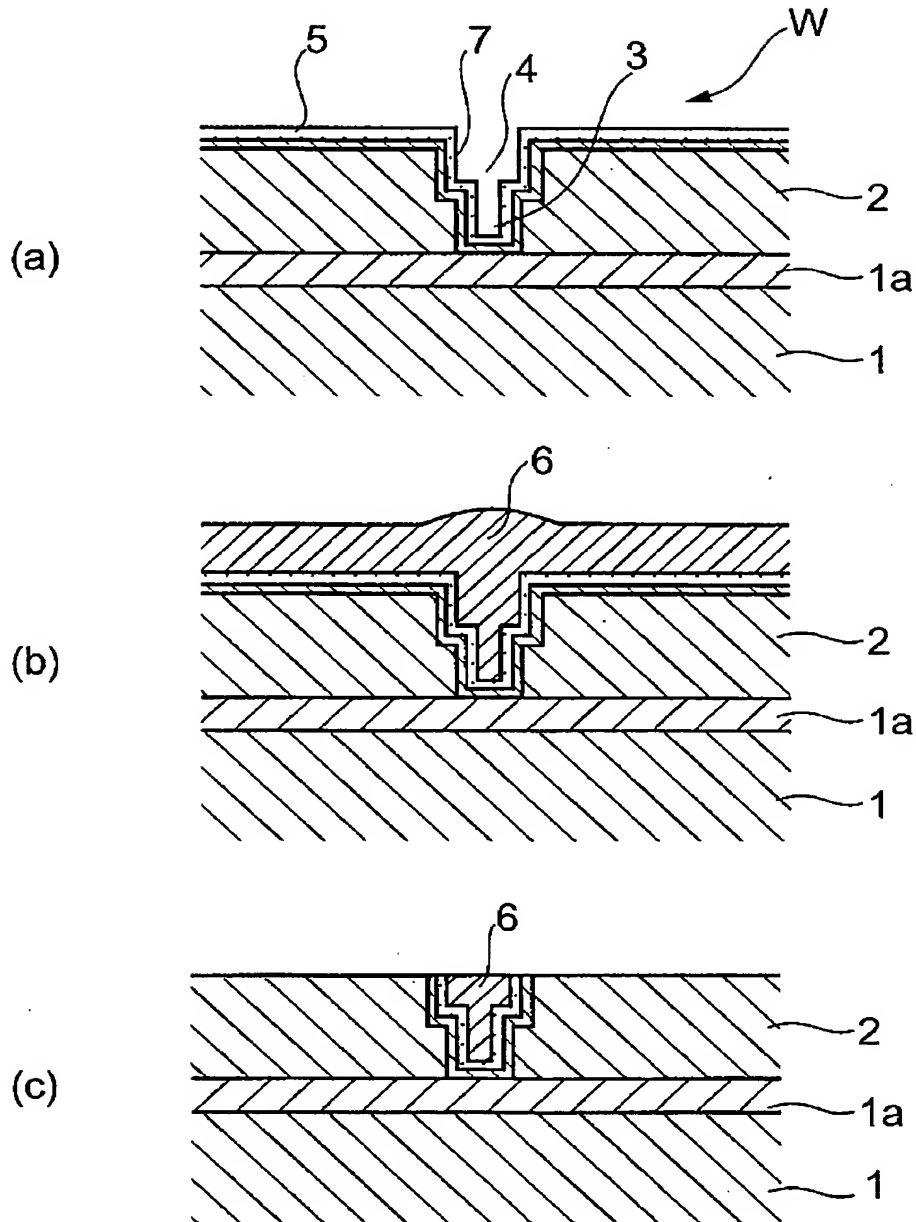
【図 14】



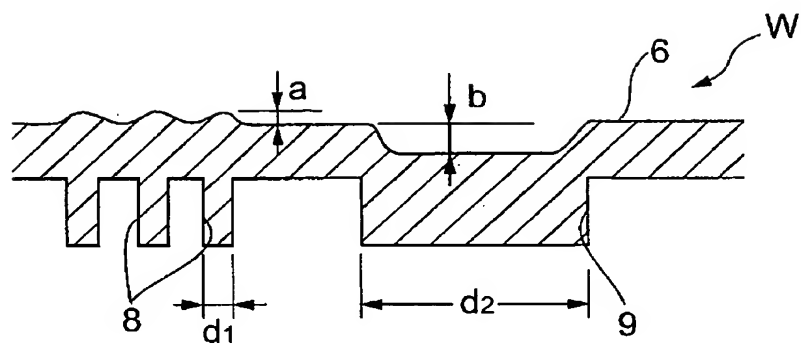




【図 16】



【図 17】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 基板表面に微細穴と大穴が混在しても、めっき膜の平坦性を向上させて、CMP加工を短時間で行うことができるようにする。

【解決手段】 基板を保持する基板保持部36と、基板の被めっき面に通電させる第1の電極88と、基板保持部20に対向して順に配置された第2の電極98及び高抵抗構造体110と、基板保持部20で保持した基板Wに対峙する位置に配置された研磨面120aとを有する電極ヘッド28と、基板保持部20で保持した基板と第2の電極98との間に電解液を注入する電解液注入手段と、基板保持部20と電極ヘッド28とを相対移動させる相対移動機構と、電極ヘッド28の研磨面120aを基板保持部20で保持した基板Wに向けて押付ける押圧機構122と、第1の電極88と第2の電極98との間に電流の方向を逆にした電圧を印加するめっき電源114を有する。

【選択図】 図12

特願 2 0 0 2 - 3 5 0 5 2 9

出 願 人 履 歷 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 0 2 3 9 ]

1 . 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 3 1 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 号

氏 名

株式会社荏原製作所